

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Rakennustekniikan koulutus

Jari Byckling

MAASUODATTAMON MITOITUS JA TOTEUTUS

Opinnäytetyö  
Kesäkuu 2020



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Kesäkuu 2020**  
**Rakennustekniikan koulutusohjelma**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä(t)  
Jari Byckling

Nimeke  
Maasuodattamon mitoitus ja toteutus

Toimeksiantaja  
Karelia-amk

**Tiivistelmä**

Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin maasuodattamon suunnittelua, toteutusta ja muutosta lainsäädännön vaatimalle tasolle. Työssä toteutetaan kustannustehokas ratkaisu, jossa noudatetaan tämän hetken lainsäädäntöä. Suomessa on edelleen suuri määrä talouksia, jotka eivät ole toteuttaneet vaadittuja muutoksia, joten aiheena tämä on ajankohtainen, ja tässä opinnäytetyössä esiteltiin yksi maasuodattamon päivitys ratkaisu.

Opinnäytetyössä kuvattiin maasuodattamon toteutus aloittaen suunnittelusta, ja edeten toteutukseen. Opinnäytetyössä on esitelty mitoitusmenetelmät, ja rakennustyöhön liittyvät yksityiskohdat. Lopussa rakennustyövaiheet on kuvailtu selkeästi kuvin ja vaiheittain.

Opinnäytetyössä lopputuloksena todettiin, että hyvällä suunnittelulla, on mahdollista toteuttaa vaatimukset täyttävä kustannustehokas ratkaisu. Tässä opinnäytetyössä toteutettiin yksi toimiva ja vaatimukset täyttävä jätevesijärjestelmä haja-asutus alueelle, jossa pystyttiin hyödyntämään olemassa olleen vanhan jätevesijärjestelmän osia.

Kieli  
suomi

Sivuja 44  
Liitteet 0  
Liitesivumäärä 0

**Asiasanat**

Jätevesijärjestelmä, maasuodattamo, haja-asutusalue, lainsäädäntö



**THESIS**  
**June 2018**  
**Degree Programme in Civil Engineering**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600

Author (s)  
Jari Byckling

Title  
Scaling and Implementing a Sand Filtration System for Wastewater

Commissioned by  
Karelia UAS

**Abstract**

This thesis presents the planning, implementation and modification of a sand filtration system for wastewater treatment to meet the current legal requirements. The target for the thesis was to plan and document a cost-efficient solution for a sand filtration system update, which follows the current legislation, as well as to implement and document the project. In Finland, there are still exists many households, which have not implemented the required modifications. Therefore, the issue is topical.

The thesis describes a sand filtration project carried out in 2019-20 from the planning phase to implementation. The scaling methods, as well as details related to the construction work, are presented. Finally, different phases of the implementation are depicted.

As a conclusion, it was stated that it is possible to implement a cost-efficient, legal solution by planning it carefully. For this thesis, a fully functional and legal wastewater treatment system was implemented in an area of dispersed settlement. Parts of the existing system could to be used in the project.

Language

Finnish

Pages 44

Appendices 0

Pages of Appendices 0

Keywords

Sewage disposal system, sand filtration system, rural area, legislation

# Sisällysluettelo

1. Johdanto.....	6
2. Vesistöjen ja pohjavesialueiden suojelun syyt.....	7
3. Jätevedenkäsittelyn lainsäädäntö.....	9
3.1 Ympäristönsuojelulaki (27.6.2014/527).....	9
3.2 Haja-asutuksen jätevesiasetus (157/2017).....	10
3.3 Vesihuoltolaki (119/2001) ja laki vesihuoltolain muuttamisesta (681/2014).....	10
3.4 Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999).....	11
3.5 Terveystoimintalaki (1994/763).....	11
3.6 Kunnan ympäristönsuojelumääräykset.....	12
4. Yleisimmät vaihtoehtoiset järjestelmät.....	12
4.1 Maameytilä.....	13
4.2 Pienpuhdistamot.....	13
4.3 Umpisäiliöt.....	13
4.4 Kuivakäymälät.....	13
5. Jätevesijärjestelmän suunnittelun aloitus.....	14
5.1 Peruskarttaote.....	15
5.2 Asemapiirros.....	15
5.3 Jätevedenmäärä.....	15
5.4 Maaperäolosuhteet.....	15
5.5 Pohjavesiolosuhteet.....	16
5.6 Korkeudet ja suojaetäisyydet.....	16
5.7 Olemassa olevat ja tulevat vesihuoltoverkot.....	16
5.8 Olemassa olevat jätevesijärjestelmät.....	17
6. Omakotitaloon toteutetun maasuodattamon kuvaus.....	17
7. Maasuodattamon puhdistusvaatimukset.....	20
7.1 Maasuodattamon puhdistustehon tarve.....	20
7.2 Vaaditut puhdistustehot ja vaatimukset.....	21
8. Lupahakemukseen täytettävät tiedot.....	22
8.1 Perustietojen lisäys.....	22
8.2 Kiinteistön vedenhankinta- ja käyttömäärät.....	22
8.3 Kiinteistön jäteveden synty ja laatu.....	23
8.4 Kiinteistön nykyinen jätevesijärjestelmä.....	23
8.5 Sijainti.....	23
8.6 Liperin kunnan määräykset.....	24
8.7 Ympäristö ja maaperä.....	24
8.8 Vesistöt, pohjavesiolosuhteet, kaivot ja vedenotto.....	24
9. Kiinteistölle valitun jätevesiratkaisun suunnittelu.....	25
9.1 Paikan valinta.....	25
9.2 Tuuletus.....	25

9.3	Hälytykset ja näytteenotto.....	25
9.4	Normaali käyttö.....	26
9.5	Seuranta ja ylläpito .....	26
9.6	Asentaminen.....	26
10.	Mitoitus .....	27
10.1	Asukaslukumäärä .....	27
10.2	Veden käytönmäärä.....	28
10.3	Osien mitoitus .....	28
10.4	Fosforinpoiston tehostaminen.....	31
11.	Maasuodattamon toteutus .....	32
11.1	Työnaloitus .....	33
11.2	Sakokaivot .....	33
11.3	Kentänavaus.....	34
11.4	Pohjan vedeneriste ja kokoomakerros .....	35
11.5	Kokoomaputkisto ja kivipesä.....	35
11.6	Suodatinkerros.....	36
11.7	Imeytysputkisto ja jakokerros.....	37
11.8	Suodatinkangas .....	39
11.9	Eristekerros.....	39
11.10	Täytemaa ja peittäminen .....	40
11.11	Lopputulema .....	41
12.	Puhdistamon käyttö ja huolto .....	41
13.	Pohdinta .....	42

## 1. Johdanto

Jätevesijärjestelmien suunnitelma on ajankohtainen aihe, koska lakimuutokset ovat pakottaneet varsinkin haja-asutusalueen asukkaat toimiin jätevesijärjestelmien kanssa. Vanhat jätevesijärjestelmät eivät aina täytä suodatustehoiltaan nykyvaatimuksia, joten kotitalouksissa joudutaan muuttamaan tai uusimaan olemassa olevia jätevesijärjestelmiä. Vaikka määräykset tulivat voimaan 2019 vuoden lopulla, Suomessa on edelleen suuri määrä talouksia, jotka eivät ole toteuttaneet vaadittuja muutoksia. Syinä tähän voi olla järjestelmien kalleus, tietämättömyys tai koko aiheen periaatteellinen vastustaminen. Lisäksi muutoksen alkuvaiheessa kotitalouksille tarjottiin kohtuuttoman kalliita jätevesijärjestelmiä, mikä edelleen laskee muutosinnostusta.

On arvioitu, että vuoden 2020 taitteessa lain vaatimia korjaustoimia on tekemättä vielä noin 100000 kiinteistöllä. Ilta-Sanomien ympäristöministeri Krista Mikkoselle tekemässä haastattelussa todetaan: Ympäristökeskuksen laskelmissa todetaan, että pohja- ja ranta-alueilla olisi toimenpiteitä toteuttamatta runsaasti. Ympäristökeskuksen mukaan kesämökkejä olisi toteuttamatta 69 000 sekä asuntoja yli 45 000 eli yhteensä 114 000 kiinteistöä. [1] Lainsäädäntö ja ohjeistukset ovat olleet epäselviä ja monitulkintaisia. Laki on muuttunut moneen kertaan, mikä on entisestään aiheuttanut epäselvyyttä kiinteistöjen omistajille.

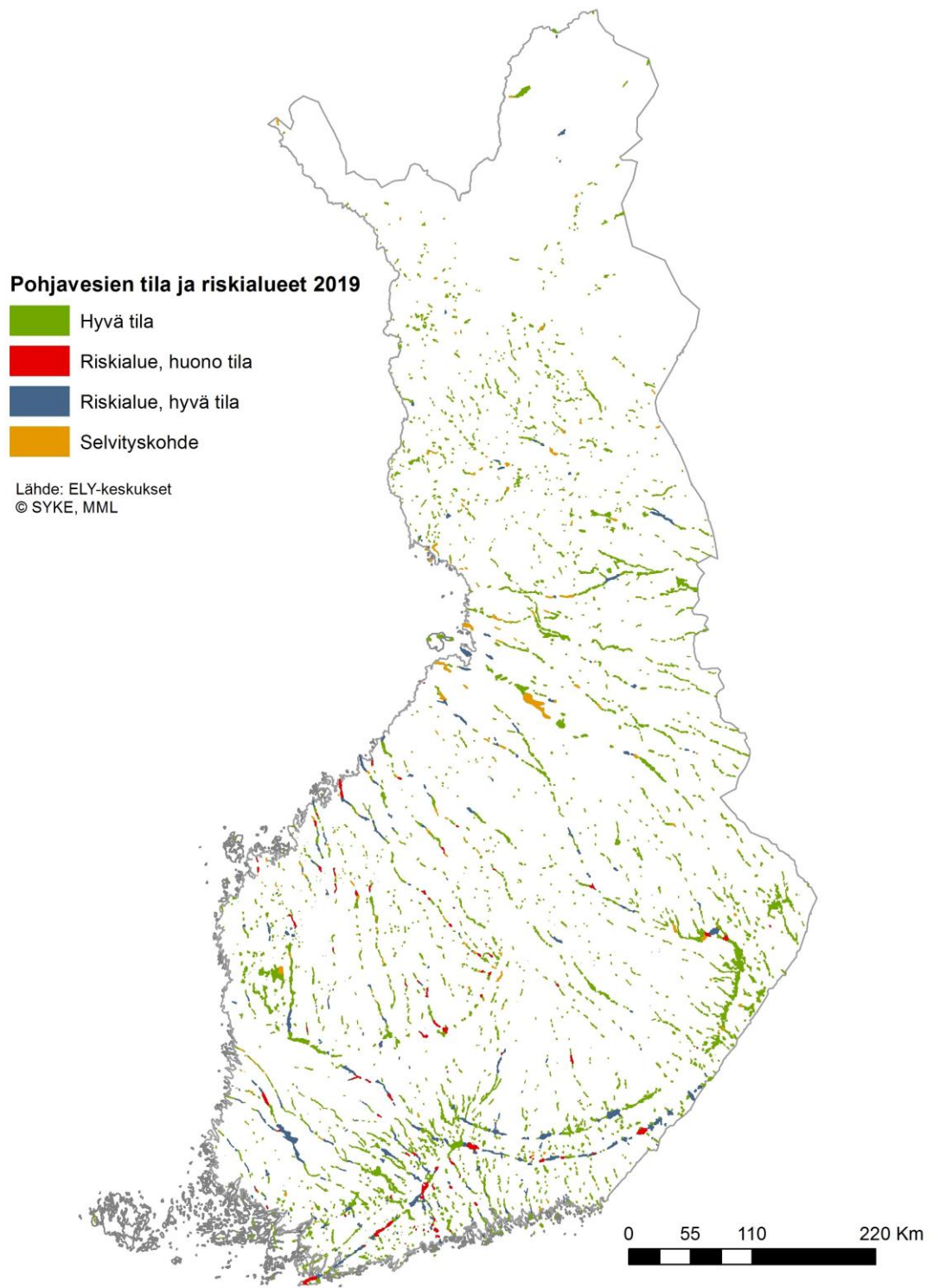
Tämä opinnäytetyö toteutetaan Liperin kunnan hyväksymällä tavalla sekä nykyisiä lakeja ja määräyksiä noudattaen. Kunnilla voi olla eriäviä säädöksiä, joten urakkaan ryhtyvän kannattaa aina tarkistaa voimassa olevat määräykset oman kunnan ympäristösuojelumääräyksistä. Opinnäytetyöni esimerkkinä käytän Liperin kunnassa sijaitsevaa kohdetta, jossa vanha maasuodattamo kunnostetaan. Opinnäytetyössä käydään projekti läpi, alkaen suunnittelusta ja päättyen toteutukseen. Jätevesijärjestelmän mitoituksessa käytetään lakien vaatimusten mukaisia menetelmiä ja noudatetaan voimassa olevia ohjeistuksia, määräyksiä ja lakeja.

Opinnäytetyöni kuvaa maasuodattamon toteutuksen kokonaisuutenaan ja siinä tuodaan esiin huomioonotettavia yksityiskohtia projektissa. Talon sisällä oleviin rakenteisiin tässä työssä ei oteta kantaa. Työ pitää sisällään vain rakennuksen ulkoiset jätevesijärjestelmärakenteet.

## **2. Vesistöjen ja pohjavesialueiden suojelun syyt**

Puhtaan veden varannot eivät ole rajattomat, joten olemassa olevia varantoja on syytä suojella, vaikkakin Suomessa vesivarannot ovat erittäin hyvät muuhun maailmaan verrattuna. Useat kotitaloudet käyttävät talousvetenä oman kaivon vettä varsinkin haja-asutusalueilla, joten ei ole järkevää pilata pohjavesialueita huonosti toimivalla jätevesijärjestelmällä. Vaarana on, että vanhasta järjestelmästä pääsee jätevettä puhdistamattomana luontoon, jolloin pohjavesi tai vesistö voi saastua. Saastunut pohjavesi ja vesistö on käyttökeltotonta ja johtaa sairastumisiin. Monista voi tuntua, että omat päästöt ovat pieniä, tai etteivät ne voi saastuttaa vesistöä tai pohjavettä, mutta näin ei ole. Olemme kuulleet esimerkkejä uimarannoista, joissa on koleraongelma, eikä tähän ole tarvittu kuin yhden ihmisen päästöt uimaveteen.

Ympäristöministeriön sivuilla pohjavesien tilasta sanotaan, että Suomessa on tärkeitä vedenhankintaan soveltuvia pohjavesialueita noin 3900. Näillä alueilla suurimassa osassa pohjavesien tilanne on hyvä. Arvion mukaan riskialueita on 380, joissa on todettu haitta-aineita. Nämä alueet ovat vaarassa, jos niitä ei tulla suojelemaan. Määrän on todettu nousseen noin 30:llä alueella vuoden 2013 riskiarvioon verrattuna. [2] Jos suojelutoimiin ei ryhdytä, voi riskialueiden määrä kasvaa entisestään. Alla olevassa kuvassa 1 on esitetty 2019 vuoden vesivarantojen tila Suomessa.



Kuva 1: Pohjavesien tilanne Suomessa vuonna 2019. (Kuva: [https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Vesien-hoitotoimet\\_tarpeen\\_pohjavesien\\_ti\(53453\)](https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Vesien-hoitotoimet_tarpeen_pohjavesien_ti(53453)))



### 3. Jätevedenkäsittelyn lainsäädäntö

Maasuodattamon, kuten muidenkin jätevesijärjestelmien rakentamista ohjaa Suomen lainsäädäntö. Maasuodattamon toteutukseen vaikuttavat seuraavat lait ja asetukset:

- ympäristönsuojelulaki (527/2014)
- ympäristönsuojeluasetus (713/2014)
- haja-asutuksen jätevesiasetus (157/2017)
- vesihuoltolaki (119/2001)
- laki vesihuoltolain muuttamisesta (681/2014)
- maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)
- terveydensuojelulaki (763/1994)
- terveydensuojeluasetus [1280/1994)
- kunnan ympäristösuojelumääräykset

Seuraavissa luvuissa on avattu tarkemmin edellä mainittujen lakien sisältöä sekä vaikutusta jätevesijärjestelmän rakentamiseen.

#### 3.1 Ympäristönsuojelulaki (27.6.2014/527)

Ympäristönsuojelulaki määrittää jätteenkäsittelyvaatimukset. Tärkein maasuodattamoa koskeva laki on ympäristönsuojelulaki, joka antaa raamit jätteenkäsittelylle ja toiminnalle. Ympäristönsuojelulain luvussa 16, pykälissä 154§-158§ on määriteltä laitteistovaatimukset, puhdistusvaatimukset sekä käyttäjänvelvollisuudet. Ympäristönsuojelulain pykälässä 154b§ sanotaan: ”Puhdistamattomaan jätteen verrattuna puhdistusvaatimus on, että vähintään 80 prosenttia orgaanisesta aineesta, fosforin osalta 70 prosenttia ja typen osalta 30 prosenttia täytyy puhdistua jätevedestä”. Tämä vaatimus on perustasovaatimus ja koskee kaikkia asuinrakennuksen jätevesiä. [3]

Ympäristönsuojelulain tarkoituksena on määrätä, että kaikki jätevedet on käsiteltävä asianmukaisesti, ja etteivät jätevesijärjestelmät saa vaarantaa ympäristöä. Kyseisessä laissa määritetään puhdistusvaatimuksien perusvaatimustasot. Ym-

päristönsuojelulaissa vapautetaan ennen 9.3.1943 syntyneet puhdistusvaatimuksesta, mutta tällöinkään jätevedenkäsittelyjärjestelmä ei saa aiheuttaa ympäristön pilaantumista. [3] Ympäristönsuojeluasetus (713/2014) täydentää ympäristönsuojelulakia sisältäen uusimpia muutoksia lisäyksiä ja oikaisuja. [4]

### **3.2 Haja-asutuksen jätevesiasetus (157/2017)**

Oikealta nimeltään haja-asutuksen jätevesiasetus on: Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. Haja-asetuksen jätevesiasetuksessa tarkennetaan jäteveden käsittelyvaatimuksia. Haja-asetuksen jätevesiasetuksesta saadaan kuormitusluvut, joita tarvitaan järjestelmän suunnittelussa, eli vaaditut puhdistustehot orgaanisten aineiden, fosforin ja typen osalta. [5]

Tässä asetuksessa on myös tarkennettu vähentämisvaatimuksia ja määritelty jäteveden kuormitusvaatimuksia pohjavesi ja ranta-alueilla, eli pilaantumisherkille alueille. Pykälässä 3§ sanotaan, että näillä alueilla on tiukemmat puhdistusvaatimukset: orgaaniselle aineelle 90 prosenttia, fosforille 85 prosenttia ja typelle 40 prosenttia. [5]

### **3.3 Vesihuoltolaki (119/2001) ja laki vesihuoltolain muuttamisesta (681/2014)**

Vesihuoltolaissa tarkastellaan esimerkiksi asuinrakennuksen liittymisvelvoitetta kunnallistekniikkaan ja järjestelmän korjaus- ja muutosvelvoitteita. Vesihuoltolaki määrittää pitkälti sen, miten vesihuolto alueella tulee toteuttaa. Laissa määritellään esimerkiksi viemäriin liittymisen edellytykset, mikäli alueella on valmis tai tulossa olevaa kunnallistekniikkaa. Vesihuoltolaki 119/2001 luku 3 ja pykälä 10§ määrääsi lähtökohtaisesti kunnallisella jätevesialueella viemäriin liittymisen velvoitteen, kun ollaan haja-asutusalueella. [6]

Lakia kuitenkin muutettiin, ja määräyksiä höllennettiin 22. päivänä elokuuta 2014, jonka jälkeen lakimuutos 681/2014 (luku 3, 10§, 11§) antaa tietyissä poikkeustapauksissa vapautuksia liittymispakkoon haja-asutusalueella. Jos kiinteistön jätevesijärjestelmä on rakennettu ennen vesiosuuskunnan toteutusta, voi vanhan järjestelmän kunnostaa, ja tällöin liittymispakkoa ei ole. [7] Jos kunnalliseen jätevesijärjestelmään ei tarvitse liittyä, siirtyy vastuu jätevedenkäsittelyn toimivuudesta kiinteistön omistajalle tai haltijalle.

### **3.4 Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)**

Maankäyttö- ja rakennuslaki määrittää työn laatuvaatimukset jätevesijärjestelmän rakentamisessa tarvittaville luvanvaraisille toimille. Jätevesijärjestelmien rakentaminen tai kunnostaminen on aina luvanvaraista toimintaa. Yleensä jätevesijärjestelmän rakentaminen tai muutostyöt vaativat toimenpideluvan, ellei kunta toisin määrää. Asia kannattaa tarkistaa oman kunnan rakennusvalvonnasta. [8]

Maankäyttö- ja rakennuslaissa pyritään terveelliseen, turvalliseen sekä käyttäjien tarpeita palvelemaan rakentamiseen. Maankäyttö- ja rakennuslailla pyritään kestävään ja taloudelliseen rakentamiseen – tässä laissa säädetään alueelliset, suunnitelmalliset ja rakentamiseen vaikuttavat määräykset. Maankäyttö- ja rakennuslaki määrää kuinka ja miten maasuodattamon voi rakentaa tontille, ja kuinka eri kaava-alueilla tulee toimia. Laista löytyy myös rakennustyön suorittamiseen vaadittavat toimet ja valvonnat, sekä muut rakentamisen lupamenettelyt. Tätä lakia tulee tarkastella jo rakentamisen suunnitteluvaiheessa sekä edelleen toteutus vaiheessa. Rakentamisen toteutus pohjautuu tähän lakiin [8]

### **3.5 Terveystensuojelulaki (1994/763)**

Oleelliset kohdat tämän tyyppiseen rakentamiseen ja terveystensuojeluun liittyen ovat luvussa 7 ja pykälissä 26§ ja 30§. Näissä sanotaan, ettei jätevesistä saa aiheutua vaaraa tai haittaa käyttäjälle tai ympäristölle. [9]

Terveystensuojeluasetuksessa (1280/1994) täydennetään terveystensuojelulakia. Terveystensuojeluasetuksen luvussa 4 pykälissä 11§- 14§ on kerrottu jäteveden kokoamiseen ja imeyttämiseen vaikuttavia määräyksiä. Jätevesijärjestelmät eivät saa vaarantaa talousvettä tai maaperää. [9]

### **3.6 Kunnan ympäristösuojelumääräykset**

Ympäristönsuojelumääräysten tarkoituksena on minimoida mahdolliset haitat. Kunta voi määräyksissään tarkentaa ja luoda tiukempia rajoituksia jätevesiasi-oissa. Projektiin ryhtyvän kannattaakin siis tarkistaa kunnan omat ympäristösuojelumääräykset, jotka poikkeavat monesti toisistaan kunnittain. Määräyksillä on tarkoitus suojella ympäristöä pilaantumiselta ja huomioida ympäristöolosuhteet. [10]

Määräyksissä on mukana muun muassa jätevesien käsittely viemäriverkoston ulkopuolella, jätteiden käsittely, kemikaalien käsittely ja varastointi, sekä melua ja muuta häiriötä aiheuttavat työt. [10]

## **4. Yleisimmät vaihtoehtoiset järjestelmät**

Kunnallistekniikka on aina ensisijainen ratkaisu, mutta käytössä on monia eri vaihtoehtoja silloin, kun ollaan kunnallistekniikan ulkopuolella. Kunnallistekniikkaan liittyminen on tätä nykyä pakollista myös haja-asutusalueella, jos alueelle on esimerkiksi perustettu vesiosuuskunta. Valittavissa on monta ratkaisua, joiden hintaluokka ja käyttökohteet vaihtelevat. Hintojen vaihteluväli on suuri, joten valinta kannattaa tehdä erityisesti käyttömäärää tarkastelemalla. Lisäksi valintaan vaikuttaa maaperän muodot, koostumus ja tontin koko.

Yleisimpiä jätevesijärjestelmiä Suomessa ovat pienpuhdistamot, umpisäiliöt, maasuodattamot, maaimemyttämöt sekä ulkohuussit eli kuivakäymälät. Jokaisella järjestelmällä on omat hyvät ja huonot puolensa, eivätkä kaikki ratkaisut sovellu

jokaiseen talouteen. Kunnilla voi myös olla poikkeuksia esimerkiksi vesiosuuskuntiin liittymispakotteista. Jos kunta on osallistunut vesiosuuskunnan toteutukseen, niin kunta yleensä edellyttää liittymistä.

#### **4.1 Maimeyttämö**

Maimettämö eli imeytyskenttä on kevyempi versio maasuodattamosta. Tässä Järjestelmässä jätevesi imeytetään suoraan maaperään saostuskaivojen jälkeisessä kentässä. [11]

Ero maasuodattamoon on, että maasuodattamossa jätevesi suodatetaan suodatuskerrosten läpi ennen kuin lasketaan esimerkiksi kivipesään. [11]

#### **4.2 Pienpuhdistamot**

Pienpuhdistamo eli laitepuhdistamo on tehdasvalmisteinen jäteveden käsittelyjärjestelmä. Pienpuhdistamo on nimensä mukaisesti laitteisto, jossa puhdistus tapahtuu kemiallisesti, biologisesti tai fysikaalisesti. [11]

#### **4.3 Umpisäiliöt**

Umpisäiliö on tarkoitettu talousjäteveden tai lietteen säilöntään ja myöhemmin pois vietäväksi. Umpisäiliöratkaisusta ei ole purkuputkea, joten kaikki aines jää säiliöön. [11]

#### **4.4 Kuivakäymälät**

Kuivakäymälä eli tuttavallisemmin ulko-wc, joka oli yleisempi entisaikaisissa asuntaloissa, mutta nykyisin enemminkin mökkikäytössä oleva ratkaisu. Kuiva-

käymälässä ei käytetä vettä, vaan suotoneste ja uloste säilötään omaan säiliöönsä jatkokäsittelyä varten. Nykyisin käytetään kompostikäymälää, joka voi olla myös suotonesteen ja ulosteen erotteleva. Tuotos kompostoidaan jälkikäsittelyssä. [11]

Kuivakäymälöiksi voi käsittää myös uudenlaiset jäädyttävät ja polttavat käymälät, jotka toimivat sähkövirralla. Polttavan käymälän toiminta perustuu jätteen polttoon, josta loppuaine on tuhkaa. Jäädyttävässä käymälässä jätteet jäädytetään pois siirtoa tai kompostointia varten. [11]

## **5. Jätevesijärjestelmän suunnittelun aloitus**

Jätevesijärjestelmän suunnittelun aloitusvaiheessa olisi hyvä hankkia riittävän koulutuksen ja kokemuksen omaava suunnittelija, joka pystyy auttamaan paitsi suunnittelussa, myös lupaprosessissa.

Ennen jätevesijärjestelmän suunnittelun aloitusta olisi hyvä selvittää ja hankkia tarpeelliset asiakirjat ja dokumentit rakennuslupaa ja suunnittelua varten. Valmiiksi hankitut asiakirjat helpottavat järjestelmän suunnittelua ja toteutuksen aloittamista. Luvan hakuhetkellä asiakirjojen ja hyvin toteutettujen suunnitelmien mukana olo nopeuttaa luvan saamista. Haastava sijainti jätevesijärjestelmälle tuo erityisvaatimuksia järjestelmälle ja hyvä toimivuus korostuu. Seuraavassa käsitellään, mitä asioita on otettava huomioon kyseistä järjestelmää toteuttaessa.

Selvitettäviä ja hankittavia asiakirjoja ja dokumentteja ovat:

- peruskarttaote
- asemapiirros
- jätevedenmäärä
- maaperäolosuhteet
- pohjavesiolosuhteet
- korkeudet ja suojaetäisyydet
- olemassa olevat ja tulevat vesihuoltoverkot
- olemassa olevat jätevesijärjestelmät.

Edellä mainitut asiakirjat ja dokumentit kuvataan seuraavissa luvuissa.

### **5.1 Peruskarttaote**

Peruskarttaotteesta tulee ilmetä uuden sekä mahdollisen vanhan jätevesijärjestelmän sijainti, vesistöt, kiinteistönrajat ja muut tiedot laajassa mittakaavassa. Peruskarttaote voidaan hakea karttapalveluista tai pyytää kunnasta.

### **5.2 Asemapiirros**

Asemapiirros saadaan joko kunnasta pyytämällä tai olemassa olevista rakennuslupakuvista. Asemapiirrosta voidaan hyödyntää, kun jätevesijärjestelmää sijoitetaan tontille.

### **5.3 Jätevedenmäärä**

Kiinteistöstä tuleva jäteveden määrä on selvitettävä mitoitusta varten. Jos vesimittari on käytössä, katsotaan päivittäinen vedenkulutus siitä. Muissa tapauksissa kulutus voidaan arvioida käytettävien laitteiden kulutuksesta tai yleisen arvion mukaan. Esimerkkiprojektin osalta jäteveden mitoitus esitellään tarkemmin luvussa 10.

### **5.4 Maaperäolosuhteet**

Maaperäolosuhteet voidaan tutkia käyttämällä pohjatutkimuksia tekevää yritystä tai muuta ammattilaista, joka tekee kokemuseräisen arvion. Arvioinnissa tarkastellaan maaperän ominaisuuksia routimisen ja koostumuksen suhteen, josta tutkija tekee kirjallisen raportin. Suoritus on yksinkertaisuudessaan maanäyte, joka tarkastellaan silmämääräisesti.

Tässä projektissa todettiin maaperän olevan routimatonta hiekkamaata. Hiekan suodattavuus voidaan tutkia Nybergin menetelmällä, jossa putki täytetään maa-aineksella ja aikaa ottamalla, näin todennetaan veden läpäisyneopeus.

## **5.5 Pohjavesiolosuhteet**

Pohjaveden korkeus voidaan määrittää pohjatutkimuksen yhteydessä. Toteaminen voidaan tehdä kaivamalla pohjavesi syvyyteen saakka tai kuten tässä projektissa todentamalla pohjavedensyvyys vanhasta rengaskaivosta. [10]

Pohjaveden tulee kuitenkin olla määräysten mukaan jätevesijärjestelmän kaivannon pohjasta 25 cm syvemmällä (Liperin kunnan ympäristösuojelumääräys) [10]. Oli todennustapa mikä tahansa, tulisi pohjaveden etäisyyden määrittämisen kuitenkin olla mahdollisimman tarkka.

## **5.6 Korkeudet ja suojaetäisyydet**

Jätevesijärjestelmän korkeuden asemoinnin määrittäminen tehdään esimerkiksi vaaituksella, joka vaikuttaa järjestelmän toteutukseen. Määrittämisen perusteella päätellään, saadaanko laitteisto toimimaan painovoimaisesti vai tarvitaanko esimerkiksi pumppuja ja soveltuuko alusta järjestelmälle.

Suojaetäisyydet ovat hyvin tarkkoja ja ne on määriteltävä kunnan omassa ympäristösuojelumääräyksessä. [10] Kunnat myös pitävät suojaetäisyyksistä tarkasti kiinni, joten niihin kannattaa kiinnittää erityistä huomiota.

## **5.7 Olemassa olevat ja tulevat vesihuoltoverkot**

On selvittettävä, onko alueella olemassa oleva vesihuoltoverkko tai onko sellainen mahdollisesti tulossa lähitulevaisuudessa. Mikäli alueella on kunnallinen jäteve-



sihuolto tai sellainen on tulossa, tulee kiinteistön haja-asutuksen jätevesiasetuksessa (157/2017) määrättyjä poikkeuksia lukuun ottamatta liittyä vesihuoltoverkkoon. [5] Tämä koskee uusia jätevesijärjestelmiä, mutta vanhaa järjestelmää voidaan kunnostaa kunnan suostumuksella.

## **5.8 Olemassa olevat jätevesijärjestelmät**

Projektiin ryhtyvän on hyvä selvittää mahdollisesti kiinteistössä olevan vanhan järjestelmän kunto ja hyödynnettävyys uudessa järjestelmässä. Ulkopuolisista laitteista voi yleensä hyödyntää vain sakokaivot, mikäli ne on todettu toimiviksi ja ehjiksi.

Hyödynnettäville vanhan järjestelmän komponenteille on tehtävä kuntotarkastus. Tarkastus voidaan tehdä esimerkiksi sakokaivojen tyhjennyksen yhteydessä. Tässä kohteessa oli vanha maasuodattamo, joka vaati jo ikänsä puolesta kunnostusta.

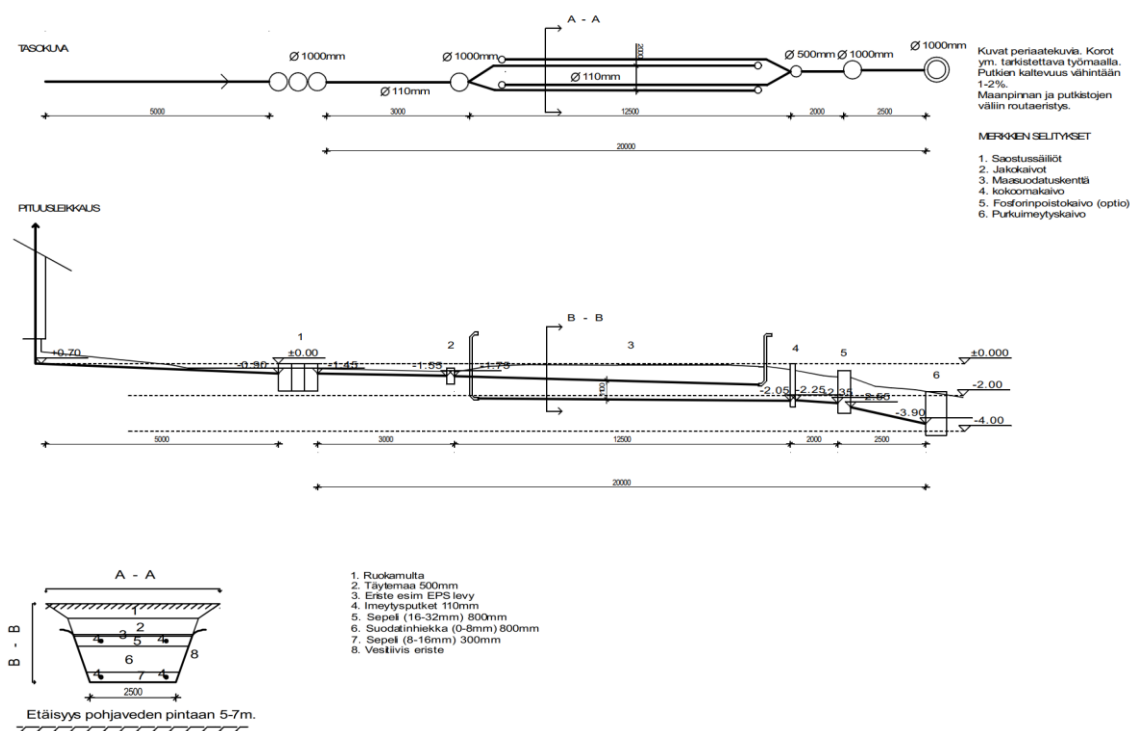
## **6. Omakotitaloon toteutetun maasuodattamon kuvaus**

Tässä projektissa päädyttiin vanhan jätevesijärjestelmän kunnostamiseen. Mahdollisuus olisi ollut liittyä myös vesiosuuskunnan jätevesijärjestelmään, mutta tähän liittyminen olisi tullut erittäin kalliiksi johtuen vesiosuuskunnan erittäin korkeasta hinnoittelusta. Umpisäiliö ei tullut kysymykseen, koska jätevedenmäärä tässä taloudessa on suuri ja säiliön tyhjennystiheys olisi ollut liian tiheää. Tämä olisi nostanut käyttökustannuksia liian korkeaksi. Muut järjestelmät kuten pienpuhdistamot eivät houkuttaneet hintansa ja jatkuvan valvonnan tarpeen vuoksi. Maasuodattamon toteutuksella päästiin pienempiin kustannuksiin ja voitiin hyödyntää vanhan jätevesijärjestelmän osia.

Maasuodattamo koostuu useasta osasta. Suodattamoon kuuluu saostuskaivot, joiden täytyy nykymääräysten mukaan olla kolmiosaisia, kun käsitellään kaikki jätevedet (musta jätevesi). Mikäli toteutettaisiin erotteleva järjestelmä, jossa harmaa- ja musta jätevesi erotellaan, harmaalle jätevedelle riittää kaksiosainen saostuskaivo. Tässä työssä keskitytään kaikkien jätevesien käsittelyyn eli mustan jäteveden käsittelyyn. Yleensä vanhoissa imeytyskentissä on käytetty kahta betonista saostuskaivoa, mutta tämä ei nykyään ole riittävä kaikille jätevesille, vaan järjestelmän täytyy olla kolmeosainen. Saostuskaivon tarkoitus on kerätä kaikki kiintoaine säiliöön, josta lokayhtiön toimesta kiintoaines siirretään jäteyhtiön jälkikäsittelyyn.

Tämän jälkeen voidaan käyttää joko jakokaivoa tai vaihtoehtoisesti jako voi tapahtua jo saostuskaivosta. Jakokaivon tehtävä on jakaa jätevesi suodatuskentän putkistoon, sekä toimia tarkastuskaivona.

Suodatinkenttä koostuu imetyspankistosta ja kokoamapankistosta. Käytöstä ja mitoitukselta riippuen tarvitaan yleisesti kaksi kappaletta kumpaakin, jos käyttäjiä on 4–5 henkilöä. Pystysuunnassa kerrokset muodostuvat ylhäältä alaspäin tultaessa. Ruokamulta, täytemaa, eriste, suodatinkangas, sepeli, suodatinhiekkä, sepeli ja vesitiiviskalvo. Putkisto tulee sepelikerroksiin. Tuuletuskanavilla turvataan hapensaanti, jotta mikrobit kykenevät puhdistusprosessiin. Seuraavassa kuvassa 2 on kuvattu havainnekuvien maasuodattamon leikkauskuvat.



Kuva 2. Havainnekuva suodatuskentän poikkileikkauksista (Kuva: Jari Byckling)

Täytyy muistaa, että maasuodattamo ja maameyttämö ovat kaksi eri asiaa. Monesti nämä kaksi sotketaan toisiinsa, mutta eroavat merkittävästi toiminnaltaan. Maimeyttämössä jätevesi imeytetään suoraan maaperään, josta se suodattuu pohjavedeksi. Maasuodattamossa taas jätevesi pudistetaan ensiksi suodatuskentässä, minkä jälkeen vesi vasta lasketaan maaperään.

Toiminta perustuu suodatuskerroksessa syntyvään mikrobiokerrokseen, joka tuhoaa käytännössä kaiken orgaanisen aineen jätevedestä. Fosfori sitoutuu maa-ainekseen ja poistuu muiden reaktioiden kautta. Fosfori onkin tämän järjestelmän heikko kohta, sillä sen sitomiskyky kentällä on rajallinen. Fosforinpoistoa voidaan järjestelmässä tehostaa eri menetelmillä. Kuvassa 2 on fosforinpoisto toteutettu kentän perään tulevalle erilliselle kaivolle, jossa käytetään fosforinpoistomassaa. Esimerkki tämän laskelmalle on luvussa 10. Typpi hapettuu nitraatiksi ja poistuu osittain kaasutyyppinä. [11]

## 7. Maasuodattamon puhdistusvaatimukset

Tässä työssä keskityn yhteen taloudellisesti ja tehokkaasti toimivaan maasuodattamojärjestelmään, joka soveltuu myös pohjavesialueella sijaitsevalle kiinteistölle.

### 7.1 Maasuodattamon puhdistustehon tarve

Suurin ongelma vanhoissa jätevesijärjestelmissä on suodatusteho, joka myös huoltamatta heikkenee ajan mittaan. Yleisesti aikaisemmin käytettyjen maaimetytämöiden suodatusteho ei vastaa tämän päivän vaatimuksia varsinkaan vesistö- ja pohjavesialueilla.

Valtioneuvoston asetuksessa talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla 157/2017 on kerrottu haja-asutusalueen kuormitusluvut. Kuormitusluku kertoo kuinka paljon yhden ihmisen päästöt ovat vuorokaudessa. Yhdenhenkilön kuormat Valtioneuvoston mukaan ovat: orgaanista ainetta, BHK<sub>7</sub> 50 g/hlö/vrk, fosforia 2,2 g/hlö/vrk ja typpeä 14 g/hlö/vrk. Kuitenkin todellisuudessa fosforikuorma voi olla pienempi, jos käytetään fosforittomia pesuaineita. [5] Alla olevassa kuvassa 3 ilmenee koostumus kuormituslajeineen.

Haja-asutuksen kuormitusluvun koostumus kuormituslajeittain: kuormituksen alkuperä sekä eri kuormituslajien määrät grammoina asukasta kohti vuorokaudessa (g/p d) ja niiden prosentiosuudet (%).

Kuormituksen alkuperä	Kuormituslaji					
	Orgaaninen aine, (BHK <sub>7</sub> )	Kokonaisfosfori	Kokonaistyyppi			
	g/p d	%	g/p d	%	g/p d	%
Uloste	15	30	0,6	30	1,5	10
Virtsa	5	10	1,2	50	11,5	80
Muu	30	60	0,4	20	1,0	10
Kuormitusluku	50	100	2,2	100	14	100

Kuva 3. Koostumus kuormituslajeittain. RT 66-11133

## 7.2 Vaaditut puhdistustehot ja vaatimukset

Maasuodattamon puhdistusteho vaihtelee tutkimuksen mukaan hyvinkin paljon. Yleisesti puhdistustehot ovat parhaimmillaan orgaanisen aineen osalta yli 90%, fosforin osalta suurimmillaan 95 % ja typen osalta suurimmillaan 60 % suuruusluokassa. Fosforin poistuminen voi heiketä ajan myötä, mutta jos testauksen yhteydessä huomataan, ettei fosforia poistu riittävästi, fosforinpoistojärjestelmä voidaan ottaa käyttöön. Tällöin järjestelmän saostuskaivoon voidaan lisätä kemikaalia, joka kiinteyttää fosforin ja on pois kuljetettavissa saostuskaivon tyhjennyksen yhteydessä. Tällöin fosfori ei kuormita suodatuskenttää. Fosforikuormaa voidaan myös vähentää fosforittomia pesuaineita käyttämällä.

Pilaantumiselle herkillä alueilla Ympäristönsuojelulain (527/2014) 156 c §:ssä sanotaan:

Ympäristöön aiheutuva kuormitus vähenee orgaanisen aineen osalta vähintään 90 prosenttia, kokonaisfosforin osalta vähintään 85 prosenttia ja kokonaistypen osalta vähintään 40 prosenttia verrattuna haja-asutuksen kuormitusluvun avulla määritettyyn käsittelemättömän jäteveden kuormitukseen.

Puhdistusteho maasuodattamolla on edellä mainitun mukaisesti tällöin riittävät. Alla olevasta kuvasta 4 ilmenee vaatimukset suodatustehoista rakennustiedon RT 66-11133 mukaan eri ratkaisuisissa.

*Taulukko 1. Jätevesien käsittelyjärjestelmän ohjeellisia puhdistustehovaatimuksia eri tilanteissa. Käsittelytarve voi vaihdella tapaus- ja paikkakuntakohtaisesti, joten taulukkoa ei voi käyttää täsmällisenä mitoitusohjeena.*

Jätevesien laatu	Puhdistusteho (vähimmäisvaatimus/ pilaantumiselle herkät alueet)
Kaikki jätevedet (sekä käymälä- että harmaat jätevedet)	80/90 % orgaaninen aine 70/85 % kokonaisfosfori 30/40 % kokonaistyyppi
Harmaat jätevedet (ei virtsaa eikä ulostetta)	67/83 % orgaaninen aine 0/18 % kokonaisfosfori 0/0 % kokonaistyyppi
Harmaat jätevedet ja ulosteet (ei virtsaa)	78/89 % orgaaninen aine 34/67 % kokonaisfosfori 0/0 % kokonaistyyppi
Harmaat jätevedet ja virtsa (ei ulostetta)	71/86 % orgaaninen aine 59/79 % kokonaisfosfori 22/33 % kokonaistyyppi

Kuva 4. Puhdistus vaatimukset. (Kuva: RT 66-11133)

## **8. Lupahakemukseen täytettävät tiedot**

Rakennus- tai toimenpidelupaa haettaessa, täytyy kuntaan esitellä suunniteltu projekti. Tällöin on huomioitava työnkuvauksessa useita asioita, joita olen eritellyt tässä osiossa. Kaikki tieto on tärkeää kerätä jo valmisteluvaiheessa ennen kuin lupaa edes haetaan. Alkuvaiheen tarvittavat tiedot ja dokumentit ovat lueteltu aikaisemmin luvussa 5. Suunnittelussa tulee käyttää riittävän koulutuksen ja kokemuksen omaavaa suunnittelijaa ja raportin laatimiseen olisi hyvä käyttää ammattilaista. Hakemuksen mukaan liitettävässä raportissa tulisi ilmetä ainakin seuraavissa kappaleissa luetellut asiat.

### **8.1 Perustietojen lisäys**

Perustiedoista tulee ilmetä suunnittelijan sekä omistajan tai haltijan tiedot. Suunnittelijan koulutus- ja työkokemus sekä molempien yhteystiedot.

Lisäksi on ilmoitettava tontinkoko, kiinteistönkoko asuinnaaliöinä, kiinteistön käyttötarkoitus, sekä muut tontilla olevat rakennukset. Kiinteistörekisterinumero Ilmoitetaan myös osana perustietoja. Nykyinen asukasmäärä ja mahdollinen asukasmääränkasvu aikuiset ja lapset erotellen. Lapsiksi katsotaan alle 12-vuotiaat.

### **8.2 Kiinteistön vedenhankinta- ja käyttömäärät**

Vedenkäytön määrän arvio, mikäli vesimittaria ei ole käytössä sekä selvitys siitä, kuinka nykyinen juomaveden saanti on toteutettu. Jos käytössä on omakaivo, tulisi mukaan liittää mahdolliset veden laatuselvitykset.

### **8.3 Kiinteistön jäteveden synty ja laatu**

Selvitetään jäteveden synty ja laatu, kerrotaan vesipisteiden määrä mukaan lukien muittenkin tontilla olevien rakennuksien vesipisteet. Kerrotaan montako wc-pönttöä, tiski- tai pyykinpesukonetta, suihkua ja pesuallasta rakennukseen kuuluu. Jos käytetään vettä säästäviä kalusteita, ne kannattaa myös ilmoittaa. Fosfaatittomilla pesuaineilla voidaan vähentää fosforikuormitusta.

### **8.4 Kiinteistön nykyinen jätevesijärjestelmä**

Jos toteutuksessa tullaan käyttämään vanhan jätevesijärjestelmän osia, täytyy niiden kunnon tulla ilmi. Esimerkkikohteen osalta vanha järjestelmä on kuvattu seuraavasti:

Kaksiosaiset betoniset ja betonipohjaiset ehjät saostussäiliöt, jossa jälkimmäinen jaettu kahdeksi, sekä liitetty maasuodattamoon, josta purku kivipesään. Järjestelmä ei täytä Valtioneuvoston asetuksen (527/2014) vaatimuksia mm. pinta-alaltaan nykyiselle henkilömäärälle ja käyttöikältään (> 10vuotta). Tästä syystä kunnostus ja uudistus tulisi kysymykseen, sekä massanvaihto. Säiliöitä voidaan käyttää uudessa järjestelmässä. Säiliöiden kunto tarkastettu keväällä tyhjennyksen yhteydessä. Talosta tulevissa putkissa ei ole havaittu vaurioita, joten näitä voidaan käyttää uudessa järjestelmässä. Jätevesien käsittelyjärjestelmään johdetaan kaikki talouden jätevedet, mutta ei sade- ja hulevesiä, joille on erilliset imeytyskaivot ja salaojaputket.

### **8.5 Sijainti**

Kerrotaan kiinteistön sijainti lyhyesti. Millä tiellä kiinteistö sijaitsee, minkä isomman tien varressa, minkä vesistön äärellä ja niin edelleen. Lisäksi hakemukseen liitetään kuvat, joista ilmenee etäisyydet ja järjestelmän suunniteltu sijainti tontilla.

## 8.6 Liperin kunnan määräykset

Kunnat voivat lain mukaan kiristää voimassa olevia lakeja, joten kotikunnalla on voimassa omat ympäristönsuojelumääräykset, jotka sisältävät jätevesijärjestelmiä koskevia asetuksia. Erityismääräykset koskevat pääasiassa pohjavesi- ja ranta-alueita, sekä kaavoitettuja alueita. Seuraavassa on kuvattu määräykset Liperin kunnan osalta, mutta voimassa olevat määräykset kannattaa aina tarkistaa omasta kunnasta. Kunnan määräykset löytyvät oman asuinkunnan rakennusvalvonnan sivuilta.

Liperin kunnan alueella vähimmäissuojaetäisyydet jätevesijärjestelmällä ovat seuraavat:

Etäisyydet WC-jätevesien kanssa:

- Talousvesikaivosta 50m
- Vesistöön 40m
- Tiehen ja tontinrajaan 5m
- Suojakerros ylimpään pohjavesitasoon 0,25m
- Ojaan tai noroon 10m

[10]

## 8.7 Ympäristö ja maaperä

Hakemuksesta on ilmevä etäisyydet naapurustoon, sekä ympäristön yleiskuvauus. Esim. metsänlaatu ja maastonmuoto, sekä mahdolliset kaavoitukset.

Kuvataan esimerkiksi, onko ympäristössä nurmetettua aluetta tai metsää. Lisäksi esitellään maaperän koostumus, soveltuvuus ja routivuus.

## 8.8 Vesistöt, pohjavesiolosuhteet, kaivot ja vedenotto

Selvitettävä etäisyydet vesistöistä, sekä pohjaveden ylin korkeus. Tässä kohtaa joudutaan turvautumaan asiantuntijan apuun. Pohjaveden korkeuden voi arvioida vesistöjen mukaan tai kaivamalla. Esimerkkitapauksessa pohjaveden ylin korkeus katsottiin vanhan rengaskaivon vuotuisista vedentason korkeuksista. Vesis-



tön etäisyydet tarkastettiin karttapalvelusta mittaamalla. Kaivojen ja vedenotto-paikkojen etäisyydet jätevesijärjestelmästä, sekä naapuruston vedenotto-paikkojen etäisyydet järjestelmään nähden on mitattava.

## **9. Kiinteistölle valitun jätevesiratkaisun suunnittelu**

### **9.1 Paikan valinta**

Paikka valittiin suunnittelijan avustuksella sellaiseksi, jossa jätevesijärjestelmälle ei ole vaaraa muusta toiminnasta. Huomioidaan myös turvaetäisyydet kaivoihin, naapurustoon, vesistöön ja pohjaveteen. Tässä yhteydessä huomioitiin maaston muodot ja todettiin kallistuksen olevan riittävä ja pumppaamo ei tarvinnut.

### **9.2 Tuuletus**

Tuuletus tapahtuu tuuletusputkiston kautta kiinteistön katolle ja itse järjestelmässä omilla tuuletuskanavilla. Maasuodattamon tuuletusputkien tulee olla noin metrin verran maan pinnasta, jottei esimerkiksi lumi pääse tukkimaan aukkoja ja tuuletusputkien päällä on oltava hatut.

### **9.3 Hälytykset ja näytteenotto**

Maasuodattamossa ei yleensä ole hälyttimiä, vaan järjestelmää tarkkaillaan visuaalisesti. Mikäli hälyttimiä on esimerkiksi sakokaivossa, ne kuvataan lupahakemuksen raportissa. Todennettiin näytteenottomahdollisuus, joka voidaan ottaa sakokaivosta ja puhdistuksen jälkeisestä kokoamakaivosta.

## **9.4 Normaali käyttö**

Järjestelmä suunniteltiin kestämaan vaihtelevaa kuormitusta. Toimivuus perustuu biologiseen toimintaan, joten pitkän käyttämättömyyden takia puhdistusteho heikkenee. Toiminta käynnistyy hyvin pian uudelleen käytön jälkeen, joten tämän ei arvioida merkittävästi vaikuttavan toimivuuteen, koska kiinteistö on ympärivuotisessa käytössä. Järjestelmä on tarkoitettu vain käymälä- ja pesuvesien käsittelyyn, joten on varmistettava, ettei järjestelmään pääse kemikaaleja, öljyä tai rasvaa, eikä muutakaan putkistoa tukkivaa ainetta, kuten ruuantähteitä ja roskia.

## **9.5 Seuranta ja ylläpito**

Seuranta tulee olemaan säännöllistä, joten seuranta toteutetaan käyttö- ja huolto-ohjekirjan, sekä käyttöpäiväkirjan mukaisesti. Ohjeet tullaan säilyttämään kiinteistöllä.

Kuukausiseurannassa tarkistetaan virtaussäätimet ja veden virtaus, sekä tarkastetaan tuuletusputket, joista ei saisi tulla voimakkaita hajuja. Kokoamakaivo tarkastetaan, jotta virtaama suodatinkentästä on hyvä.

## **9.6 Asentaminen**

Asennuksessa noudatettiin asennusohjeita ja työselostuksia, sekä suunnitelma-piirroksia. Nollakorkona käytettiin vanhan saostuskaivon yläpinnan tasoa. Poikkeamista ilmoitetaan kuntaan ja tehdään muutokset piirustuksiin. Muutoksena oli fosforinpoistokaivon pois jättäminen, koska fosforinpoisto päätettiin toteuttaa tarvittaessa sakokaivoon lisättävällä kemikaalilla.

Suodatinkentän pohjalle ja reunoille asennettiin vettä läpäisemätön muovieriste, jottei vesi pääse imeytymään maastoon, suodatinkaivot eristetään routasuojauksella.

Hiekan suodatuskyky tarkistettiin työmaalla. Tontin oma hiekkamaa oli liian hie-  
noa, joten suodatinkerros tilattiin erikseen soran kanssa. Jos joudutaan poikkeaa-  
maan suunnitelmista, muutokset tehdään suunnittelijan avustuksella. Asennus-  
työvaiheet kuvataan.

## 10. Mitoitus

Maasuodattamon mitoitukseen vaikuttaa eniten käyttäjien määrä. Käyttäjämäärä  
ratkaisee veden kulutuksen ja tätä myötä jäteveden määrän. Asukkaita kiinteis-  
tössä on neljä henkilöä, mutta toteutuksessa henkilömäärä korotettiin viiteen. Jär-  
jestelmä kannattaa mielestäni hivenen ylimitoittaa. Mikäli esim. perheeseen kuu-  
luu neljä henkeä, kannattaa järjestelmä mitoittaa viidelle hengelle. Tällä ennakoi-  
daan perheen lisäys ja vaikkapa kiinteistön uuden omistajan perheen lukumäärä.  
Lisäksi tällä ehkäistään hetkelliset kuormituksen kasvut, kuten juhlan aiheutta-  
man käytön määrän lisääntyminen. Mitoituksessa on käytetty pohjana mallisuun-  
nitelmaa: Kiinteistökohtaisen jätevesijärjestelmän mallisuunnitelma, 2009. [13]

### 10.1 Asukaslukumäärä

Todellinen asukasluku **4 hlö**

Vähimmäisasukasluku **5 hlö**

Huoneistoalan mukainen asukasmäärä (huoneistoala m<sup>2</sup> / 30)

Huoneistoala on **122 m<sup>2</sup>**

$$\frac{122 \text{ m}^2}{30} = 4,07 = \mathbf{4 \text{ henkilöä}}$$

Huomioitavaa on, että haja-asutusalueella minimi mitoitus henkilömäärä on Ra-  
kennustiedon RT 66-11133 mukaan 5, eli **valitaan 5.**

## 10.2 Veden käytönmäärä

Kiinteistössä ei ole vesimittaria, joten Rakennustiedon, RT 66-11133 haja-asutuksien jätevesi käsittelyn ohjeen mukaan, pientalojen keskimääräinen vedenkäyttö on 100–150 l/hlö/vrk, korotettuna 50l/hlö/vrk. Käyttövarmuuden parantamiseksi valittiin 200 l/hlö/vrk. Eli laskemalla saadaan vuorokautiseksi kulu-  
tukseksi:

$$5 \text{ hlö} * 200 \text{ l} = 1000 \frac{\text{l}}{\text{vrk}}$$

## 10.3 Osien mitoitus

Rakennustiedon, RT 66-11133 kortin mukaan minimimitoitus 1–5 asukasta kohti on 1.18m<sup>3</sup>, mutta valitaan laskelman mukainen 2.0 m<sup>3</sup>. Saostussäiliön vähimmäistilavuus on siis **2,0 m<sup>3</sup>**. Laskennoissa käytetään 200l/hlö/vrk vedenkulutusmäärää.

Sakokaivon vaadittu vähimmäistilavuus saadaan laskennalla:

$$\frac{2 \text{ vrk} * \text{asukasluku} * \text{vedenkulutus} \frac{\text{l}}{\text{hlö}} / \text{vrk}}{1000} = \text{Tilavuus, m}^3$$

Joten:

$$\frac{2 \text{ vrk} * 5 \text{ hlö} * 200 \frac{\text{l}}{\text{hlö}} / \text{vrk}}{1000} = 2,0 \text{ m}^3$$

Suodatuskentän pinta-alaksi valittiin **25 m<sup>2</sup>**. Hiekan suodatuskykynä käytetään **40 l/m<sup>2</sup>/vrk** (hiekkamaa) Nybergin putkikokeen perusteella. Suodatuskentän pinta-ala saadaan laskennalla:

$$\frac{\text{Asukasluku} * \text{vedenkulutus}, \frac{l}{hlö} / vrk}{\text{Hiekan suodatuskyky}, \frac{l}{m^2} / vrk} = \text{Pinta} - \text{ala}, m^2$$

Joten:

$$\frac{5 \text{ hlö} * 200 \frac{l}{hlö} / vrk}{40 \frac{l}{m^2} / vrk} = \mathbf{25 \text{ m}^2}$$

Imeytys- ja kokoamaputkien määrät saadaan, kun enimmäispituudet saataville imeytysputkille on 15 metriä:

Suodatinputkien lukumäärä/kerros:

$$\frac{\text{Pinta} - \text{ala}, m^2}{15 \text{ m}} = \text{putkien lukumäärä/kerros}$$

Joten:

$$\frac{25 \text{ m}^2}{15 \text{ m}} = 1,7 = \mathbf{valitaan \text{ 2 kpl/kerros}}$$

Suodatinputkiston pituus:

$$\frac{\text{Pinta} - \text{ala}, m^2}{\text{Putkien lukumäärä}} = \text{putkien pituus}$$

Joten:

$$\frac{25 \text{ m}^2}{2 \text{ kpl}} = \mathbf{12,5 \text{ m/putki}}$$

Molempien kerrosten putkiston pituus on sama, joten tarvittava määrä kaikkiaan on **50 metriä**.

Maa-ainekset ostettiin ulkopuoliselta taholta koska paikalta saatu hiekka oli hie-  
man liian hienoa. Karkeammalla hiekalla estetään suodatinkerroksen tukkeutu-  
minen. Olemassa olevaa hiekkaa käytettiin täytemaana.

Maa-ainesten tarvittavat määrät saadaan seuraavasti:

$$\text{Kerrospaksuus} * \text{pinta} - \text{ala} * 1,2 (\text{hukkavara}) * \text{maa} \\ - \text{aineksen ominaispaino} = \text{Maa} - \text{aines/tonni}$$

Jakokerros, 16–32 mm sepeli

$$0,3 \text{ m} * 25 \text{ m}^2 * 1,2 * 1,6 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = 14,4 \text{ t}$$

Joten saadaan: **9 m3 ja painoltaan 14,4 tonnia.**

Kokoomakerros, 8–16 mm sepeli

$$0,3 \text{ m} * 25 \text{ m}^2 * 1,2 * 1,6 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = 14,4 \text{ t}$$

Joten saadaan: **9 m3 ja painoltaan 14,4 tonnia.**

Suodatinkerros, 0–8 mm betonihiekka tai suodatinhiekka

$$0,8 \text{ m} * 25 \text{ m}^2 * 1,2 * 1,6 \frac{\text{t}}{\text{m}^3} = 38,4 \text{ t}$$

Joten saadaan: **24 m3 ja painoltaan 38,4 tonnia.**

## 10.4 Fosforinpoiston tehostaminen

Fosforinpoistoon on useita vaihtoehtoja. Fosforinpoistossa voidaan käyttää saostuskemikaalia annostelemalla suoraan sakokaivoon tai käyttämällä fosforinpoistokerrosta suodatuskentässä itsessään tai käyttämällä fosforinpoistomassaa erillisessä kaivossa. Esimerkkitapauksessa päädyttiin tarvittaessa käytettävään fosforinpoistokemikaaliin ja vähentämään fosforikuormaa käyttämällä fosforittomia pesuaineita. [14]

Esimerkkinä laskenta erillisestä fosforinpoistokaivosta käyttäen fosforinpoistomassaa. Laskennassa on käytetty pohjana: Kiinteistökohtaisen jätevesijärjestelmän mallisuunnitelma, 2009. [13]

Massa tarve mitoitetaan: 100 kg/hlö/vuosi, kun vedenkulutus on 200 l/hlö/vrk.

Massan vaihtokasetti kokoja löytyy 500 kg ja 1000 kg, joista valitaan sopiva. Valitaan tähän laskentaan 1000 kg kasetti, jolloin vaihtoväli pitenee.

Laskenta vaihtovälille tehdään seuraavasti:

$$\frac{\text{Massakasetin koko, kg}}{\text{Asukasluku} * \text{massan tarve} \frac{\text{kg}}{\text{hlö}} / \text{vuosi}} = \text{Vaihtotarve, vuotta}$$

**Eli vaihtotarve on:**

$$\frac{1000 \text{ kg}}{5 \text{ hlö} * 100 \frac{\text{kg}}{\text{hlö}} / \text{vuosi}} = 2 \text{ vuotta}$$

Todellisuudessa vaihtoväli on pidempi johtuen siitä, että järjestelmä ylimitoitettiin ja veden käyttömäärä on todellisuudessa pienempi ja asukasmäärä on pienempi. Myös jos käytetään fosforittomia pesuaineita, vaihtoväli pitenee.

## 11. Maasuodattamon toteutus

Suunnittelu onnistui hyvin, mutta luvanhankinnassa törmättiin pieniin ongelmiin. Tämä johtui siitä, kun tontin läpi kulkee vesiosuuskunnan vesi ja viemäri. Kunnan kanssa oli erimielisyyttä viemäriin liittymisen pakosta. Huomasin, että jossain määrin kunta tulkitsee lakeja omalla tavallaan omaksi edukseen. Asia oli kuitenkin yksiselitteinen, kun vedottiin vesihuoltolakiin. Vesihuoltolaki 3 luku ja pykälä 10 § vetoamisella, jossa sanotaan:

Taajaman ulkopuolella kiinteistöä ei kuitenkaan tarvitse liittää vesihuoltolaitoksen vesijohtoon, jos:

- 1) kiinteistön vesihuoltolaitteisto on rakennettu ennen vesihuoltolaitoksen toiminta-alueen hyväksymistä; ja
- 2) kiinteistöllä on käytettävissä riittävästi terveydensuojelulaissa säädetyt laatuvaatimukset täyttävää talousvettä.

Taajaman ulkopuolella kiinteistöä ei tarvitse liittää vesihuoltolaitoksen jätevesiviemäriin, jos:

- 1) kiinteistön vesihuoltolaitteisto on rakennettu ennen vesihuoltolaitoksen toiminta-alueen hyväksymistä ja jätevesien johtamisessa ja käsittelyssä noudatetaan, mitä ympäristönsuojelulaissa (527/2014) säädetään; tai
- 2) kiinteistöllä ei ole vesikäymälää ja sen jätevesien johtamisessa ja käsittelyssä noudatetaan, mitä ympäristönsuojelulaissa säädetään.

[6]

Suunnittelun ja luvan saamisen jälkeen alkoi varsinainen rakentaminen. Urakoitsijanvalinta tehtiin jo edellisenä syksynä ja sovittiin aloitus keväälle 2020. Ensityöksi tilattiin sakokaivojen tyhjennys aloituspäivälle sekä tilattiin suodatinhiekat, kivipesän kivet ja sorat.



## 11.1 Työnaloitus

Paikan valinta oli ensisijainen asia, joka tehtiin jo suunnitteluvaiheessa. Sijainnin valinnassa huomioidaan kaikki suojaetäisyydet, maasto ja muut aikaisemmin mainitut asiat.

Tässä projektissa valittiin kuvassa 4 kuvattuun, vanhan jätevesijärjestelmän paikka, joka olikin järkevää liitännöiden ja vanhojen saostuskaivojen takia. Paikka oli alaspäin viettävä, joten pumppuja ei tarvitse käyttää ja maaperä todettiin erittäin hyväksi työskennellä, sekä suodatuskentälle yleensä.



Kuva 5. Aloituksen lähtökohta. (Kuva: Jari Byckling)

## 11.2 Sakokaivot

Sakokaivoja oli kaksi kappaletta, jotka päätettiin säilyttää. Kaivot olivat ehjät ja betonipohjaiset, kuten täytyykin olla. Jälkimmäinen kaivo kuvassa 6 oli jo nykyin jaettu vanerilevyllä, mutta tämä korvattiin uudella filmivanerilla. Tämä toimenpide mahdollistaa sen, että kolmatta erillistä kaivoa ei tarvinnut laittaa, vaan tällä saatiin toteutettua kolmiosisaisuus kaivoihin.





Kuva 6. Kaivonavaus ja vanhanjärjestelmän poisto. (Kuva: Jari Byckling)

### 11.3 Kentänavaus

Kenttä avattiin suunnitelman mukaisesti noin 20m matkalta haluttuun syvyyteen, kuten kuvassa 7 kuvataan. Tässä vaiheessa huomioitiin jo kaivannon lasku, joksi tuli yksi senttimetri metriä kohti. Kokonaissyvyys määräytyi suodatuskentän rakenteen mukaan, joka oli tässä noin kaksi metriä.



Kuva 7. Kaivanto avattuna. (Kuva: Jari Byckling)



#### 11.4 Pohjan vedeneriste ja kokoomakerros

Rakennusluvan mukaisesti laitettiin pohjalle vettä läpäisemätön kerros, muovittamalla kaivannon pohja. Kaikissa paikoissa tämä ei ole pakollista mutta kunta voi määrätä kalvon laitettavaksi.

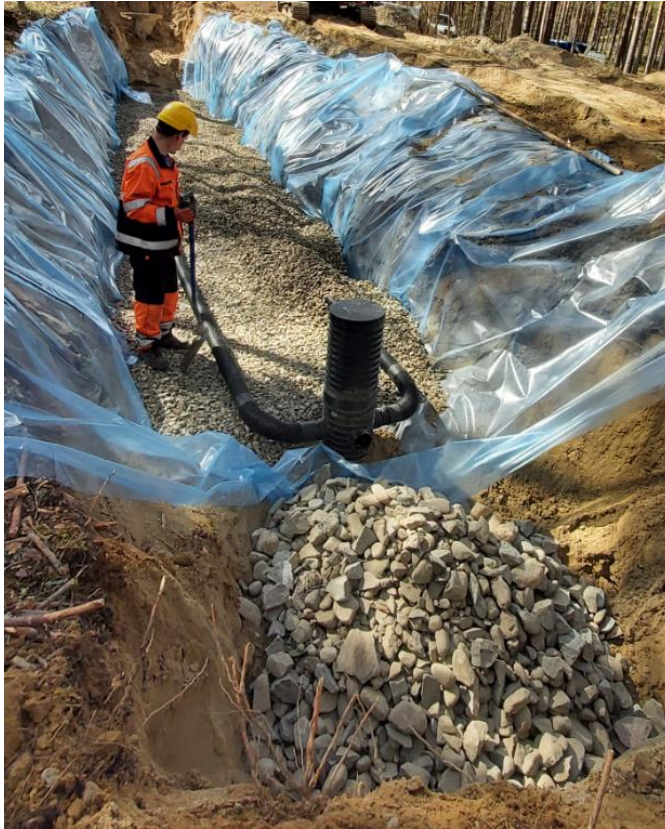
Yleensä muovi täytyy laittaa pohjavesialueella. Käytännössä suodatuskentästä tehdään allas, kuten kuvasta 8 ilmenee. Näin toteutettaessa ei jätevettä poistu kuin purkuputken kautta. Kuvassa 8 on myös kokoomakerroksen sepelikerros, johon kokoomaputkisto sijoitetaan.



Kuva 8. Kalvon asennus alimpaan kerrokseen. (Kuva: Jari Byckling)

#### 11.5 Kokoomaputkisto ja kivipesä

Kahden sepelikerroksen väliin asennetaan kokoomaputkisto ja samalla liitetään kokoomakaivo, sekä purkuputki kivipesään. Kivipesä on noin reilun kuution kokoinen kaivanto, joka täytetään kivillä kuvan 9 mukaisesti.



Kuva 9. Purkuputkenpää ja kivipesä. (Kuva: Jari Byckling)

## 11.6 Suodatinkerros

Suodatinkerrokseen tuli 800 mm suodatinhiekkää, joka tilattiin muualta. Alun perin oli tarkoitus käyttää kiinteistön oman maan hiekkaa, mutta kaivuun yhteydessä hiekka todettiin liian hienoksi, joten vaarana olisi ollut suodatuskentän nopea tukkeutuminen. Kuvassa 10 näkyy myös imeytysputkiston tuuletusputket.



Kuva 10. Suodatinkerros asennettuna. (Kuva: Jari Byckling)

### 11.7 Imeytysputkisto ja jakokerros

Jakokerrokseen asennettiin imeytysputkisto kuvan 11 mukaisesti, jonka tarkoitus on imeyttää vesi suodatuskerrokseen. Jakokerroksen paksuus on 300 mm ja se-peliä. Kokoomaputkistoon eroa on vain se, jos haluaa laittaa hiven karkeampaa soraa eli 16–32 mm 8–16 mm sijaan. Tässä projektissa käytettiin karkeampaa molemmissa kerroksissa.





Kuva 11. Imeytysputkien asennus. (Kuva: Jari Byckling)

Samassa yhteydessä täytyi laittaa myös jakokaivo. Kuva 12.



Kuva 12. Jakokaivo asennettuna. (Kuva: Jari Byckling)

## 11.8 Suodatinkangas

Jakokerroksen päälle laitettiin suodatinkangas. Tämän tarkoitus on, ettei täytemaa sekoitu jakokerroksen kanssa. Ennen eristettä, kuten kuva 14. Laitettiin suodatinkankaan päälle noin 10–20 cm kerros täytemaata tasauskerrokseksi, joka helpottaa eristeen asentamista kuvassa 13.



Kuva 13. Suodatinkankaan asennus. (Kuva: Jari Byckling)

## 11.9 Eristekerros

Eristeenä käytettiin 50 mm XPS-lämmöneritelevyä. Suodatinkenttä eristettiin kokonaisuutenaan, jolla estetään suodatin- ja imeytysputkien, sekä muitten laitteiden jäätyminen. Kuvassa 14 on aloitettu jo kaivannontäyttö.





Kuva 14. Suodatinkentän eristäminen. (Kuva: Jari Byckling)

### 11.10 Täytemaa ja peittäminen

Lopuksi tuli kaivannon lopullinen täyttömaa. Täytemaana käytettiin kaivannosta nostettua hiekkaa ja ylimääräinen hiekka maisemoitiin suodatuskentän päälle kumpumaiseksi, niin kuin kuvasta 15 nähdään. Kumpumaisen muodon syy on siinä, että saadaan hulevedet ohjattua kentästä pois päin ja hulevedet eivät kuormita jätevesijärjestelmää.



Kuva 15. Loppu täyttö. (Kuva: Jari Byckling)



### 11.11 Lopputulema

Lopputulos oli odotuksien mukainen, ja kuvassa 16 nähdään kumpumaisuus paremmin. Lopullinen viimeistely on sitten kentän mullitus ja nurmikon istutus. Järjestelmä voitiin ottaa käyttöön saman tien. Myöhemmässä vaiheessa varmistetaan toimivuus, kun toiminta vakiintuu. Mahdolliset näytteet voidaan ottaa pidemmän ajan kuluttua, kun biologinen toiminta suodatuskentässä käynnistyy.



Kuva 16. Kenttä valmiina. (Kuva: Jari Byckling)

## 12. Puhdistamon käyttö ja huolto

Kiinteistön ja käyttäjän tueksi luotiin käyttö- ja huoltokirja, johon voidaan tukeutua käyttöön liittyvissä kysymyksissä ja ongelmatilanteissa. Käyttö- ja huoltokirja tulee olla kiinteistöllä saatavilla ja tähän kirjataan kaikki huoltotoimet sekä muut käyttöön liittyvät toimet. Huoltokirjaan voidaan kirjata kaikki tyhjennyskerrat ja päiväykset.

RT 66-11133 ohjeistuksen mukaan oppaassa tulee ilmetä saostussäiliön tyhjenykset, tuuletusputkien puhtaanapito, kokooma- ja imetysputkiston puhtaanapito, kokoomakaivon puhtaanapito, mahdollisten pumppujen ja sen laitteistojen ohjeistus, sekä muitten osien toimivuuden tarkastus. Puhdistukset putkistoille olisi hyvä

tehdä vähintään 10 vuoden välein. Toimintaa tarkkaillaan kokoomakaivosta. Kaikki edellä mainitut toimet kirjataan huoltokirjaan.

### **13. Pohdinta**

Jätevedenpuhdistukseen on monia menetelmiä, ja yritykset myyvät mielellään omia järjestelmiään. Jos tilat ja maaperä ovat soveliaat, tulisi olla mahdollisuus käyttää kevyempiä tai edullisimpia järjestelmiä. Pelkällä omalla jätevesipuhdistamolla on mahdollista päästä sallittuihin puhdistustehoihin ja se on toteutettuna halvempi, kuin viemäriin liittyminen esimerkiksi vesiosuuskunnissa. Todellisuudessa oman jätevesijärjestelmänkäyttö on edullisempaa, kuin vesiosuuskunnat nykyisillä osuuskuntien hinnoilla. Omat järjestelmät lisäävät kuitenkin käyttäjän vastuuta merkittävästi.

Olemassa olevaa järjestelmää saa uudistaa, vaikka vesiosuuskunta olisikin myöhemmässä vaiheessa toteuttanut alueelle viemäriin. Tässäkin voi tosin olla kuntakohtaisia eroavuuksia. Kaikissa tapauksissa toimiva ja nykyvaatimukset täyttävä järjestelmä tulee kuitenkin toteuttaa.

Tässä tapauksessa päästiin yhteisymmärrykseen, koska kysymyksessä oli vanhan jätevesijärjestelmän korjaaminen. Muussa tapauksessa kunta olisi vaatinut kunnalliseen viemäriin liittymisen. Tämä ei kuitenkaan mielestäni mennyt oikein, koska silloinen voimassa ollut laki ei tätä edellyttänyt, vaan uudenkin järjestelmän olisi pitänyt saada rakentaa. Tässä paljastui kuntien tulkinnanvaraisuus lakiasioissa, jota jouduin selvittämään myös kunnan virkamiesten kanssa.

Törmäsin myös siihen, että hankittuun tietoon ei haluttu perehtyä, vaikka nämä olivat heille esittää. Kunnille on siis annettu liian laaja tulkinnanvalta, joka johtaa eriarvoiseen kohteluun. Perusteluna saatiin, ”kun muiltakin on vaadittu”. Mielestäni ei virkamiehen virheistä pitäisi muidenkin kärsiä. Todellinen syy tähän vastakkainasetteluun on luultavasti se, että kun kunta laittaa rahaa tai takaa lainoja

vesiosuuskunnille, niin silloin halutaan siihen myös käyttäjiä. Tämän projektin yhteydessä oleva vesiosuuskunnan hinnoittelu on tehty sellaiseksi, johon tavallisella ihmisellä ei ole varaa. Siksi moni varmasti näkee jonkin muun ratkaisun miellyttävämmäksi, kuin vesiosuuskunta. Valinnanvapauteen pitäisikin olla mahdollisuus varsinkin haja-asutusalueilla. Opinnäytetyön projektissa kaikki hoitui lopulta suunnitelmien mukaisesti ja saatiin toteutettua toimiva, edullinen ja vaatimukset täyttävä jätevesijärjestelmä.

## LÄHTEET

- [1] Merja Mannila. Kiistelty ”Paskalaki”. Iltasanomat. 2019. [viitattu 13.3.2020.] Saatavissa: <https://www.is.fi/taloussanomat/art-200006273103.html>
- [2] Tiedote. Vesienhoitotoimet tarpeen pohjavesien tilan paranemiseksi. Ympäristöministeriö. 2019. [Viitattu 14.4.2020.] Saatavissa: [https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Vesienhoitotoimet\\_tarpeen\\_pohjavesien\\_til\(53453\)](https://www.ym.fi/fi-FI/Ajankohtaista/Vesienhoitotoimet_tarpeen_pohjavesien_til(53453))
- [3] Ympäristönsuojelulaki 2014/527. Finlex. 2014. [Viitattu 5.5.2020.] Saatavissa: <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20140527?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=ymp%C3%A4rist%C3%B6nsuojelulaki>
- [4] Ympäristönsuojeluasetus 713/2014. Finlex. 2014. [Viitattu 5.5.2020.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/smur/2014/20140713>
- [5] Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. Haja-asutuksen jätevesiasetus 157/2017. Finlex. 2017. [Viitattu 5.5.2020.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170157>
- [6] Vesihuoltolaki 119/2001. Finlex. 2001.[Viitattu 5.5.2020.] Saatavissa: <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>
- [7] Laki vesihuoltolain muuttamisesta 681/2014. Finlex. 2014. [Viitattu 5.5.2020.] Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140681>
- [8] Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. Finlex. 1999. [Viitattu 5.5.2020.] Saatavissa: <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=maank%C3%A4ytt%C3%B6-%20ja%20rakennuslaki>
- [9] Terveystoimintalaki 763/1994. Finlex. 1994. [Viitattu 5.5.2020.] Saatavissa: <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=terveydensuojelulaki#L6>
- [10] Liperin kunnan ympäristönsuojelumääräykset. Liperin kunta. 2019. [Viitattu 5.5.2020.] Saatavissa: <https://www.liperi.fi/ymparistonsuojelu>
- [11] Maasuodattamon kuvaus. Ympäristö.fi. 2013. [Viitattu 12.5.2020.] Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset\\_jarjestelmat\\_LVI/Kiinteiston\\_jatevesien\\_kasittely/Syventavaa\\_tietoa/Puhdistamosivusto\\_jatevesien\\_kasittelymenetelmista/Kaikkien\\_jatevesien\\_kasittely/Jatevesien\\_maaperakasittely/Maasuodatus](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset_jarjestelmat_LVI/Kiinteiston_jatevesien_kasittely/Syventavaa_tietoa/Puhdistamosivusto_jatevesien_kasittelymenetelmista/Kaikkien_jatevesien_kasittely/Jatevesien_maaperakasittely/Maasuodatus)
- [12] Maasuodattamon suodatustehot. Ympäristö.fi. 2013. Päivitetty 19.2.2019. [Viitattu 12.5.2020.] Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset\\_jarjestelmat\\_LVI/Kiinteiston\\_jatevesien\\_kasittely/Syventavaa\\_tietoa/Puhdistamosivusto\\_jatevesien\\_kasittelymenetelmista/Kaikkien\\_jatevesien\\_kasittely/Jatevesien\\_maaperakasittely/Jatevesien\\_maaperakasittely\(8413\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset_jarjestelmat_LVI/Kiinteiston_jatevesien_kasittely/Syventavaa_tietoa/Puhdistamosivusto_jatevesien_kasittelymenetelmista/Kaikkien_jatevesien_kasittely/Jatevesien_maaperakasittely/Jatevesien_maaperakasittely(8413))
- [13] Kiinteistökohtaisen jätevesijärjestelmän mallisuunnitelma. Vesiensuojelu.fi. 2009. [Viitattu 13.5.2020] Saatavissa: <https://vesiensuojelu.fi/jatevesi/asukkaan-tehtavat/jarjestelman-uusiminen/suunnittelu/>
- [14] Fosforinpoiston tehostaminen. Ympäristö.fi. 2016. [Viitattu 20.5.2020.] Saatavissa: [https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset\\_jarjestelmat\\_LVI/Kiinteiston\\_jatevesien\\_kasittely/Syventavaa\\_tietoa/Puhdistamosivusto\\_jatevesien\\_kasittelymenetelmista/Kaikkien\\_jatevesien\\_kasittely/Jatevesien\\_maaperakasittely/Fosforinpoiston\\_tehostaminen](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset_jarjestelmat_LVI/Kiinteiston_jatevesien_kasittely/Syventavaa_tietoa/Puhdistamosivusto_jatevesien_kasittelymenetelmista/Kaikkien_jatevesien_kasittely/Jatevesien_maaperakasittely/Fosforinpoiston_tehostaminen)